

LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK *FERROSULFATE HEPTAHYDRATE*
DARI *PICKLING LIQUOR* DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 25.000 TON PER TAHUN



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi
Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik

Oleh:

ESTI RAHAYU
D 500 120 010

Dosen Pembimbing:

Emi Erawati, S.T., M.Eng.
Kusmiyati, Ph.D

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA


Nama : Esti Rahayu
NIM : D 500 120 010
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik *ferrosulfate heptahydrate* dari
pickling liquor dan asam sulfat kapasitas 25.000
ton/tahun
Dosen Pembimbing : 1. Emi Erawati, S.T., M.Eng.
2. Kusmiyati, Ph.D

Surakarta, Mei 2017


Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Emi Erawati, S.T., M.Eng.

NIK. 989


Kusmiyati, Ph.D

NIK. 683

Mengetahui,

Dekan Teknik

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Ir. H. Sri Sunariono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Rois Fatoni.

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIK. 892

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang telah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 20 April 2017

Penulis



ESTI RAHAYU

D 500 120 010

ABSTRAK

Ferrosulfate Heptahydrate merupakan produk yang biasa digunakan dalam industri tekstil, farmasi dan bahan pembuat tinta. Untuk memenuhi kebutuhan kebutuhan dalam negeri dan adanya peluang ekspor yang masih terbuka, maka dirancang pabrik Ferrosulfate Heptahydrate dengan kapasitas 25.000 ton/tahun dengan bahan baku *pickling liquor* dan asam sulfat. Pabrik direncanakan berdiri di Gresik, Jawa Timur pada tahun 2020. Proses reaksi pembuatan ferrosulfate heptahydrate dilakukan pada Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi 85°C pada tekanan 1 atm. Reaksi berlangsung secara endotermis non adiabatik. Setelah proses pembuatan kemudian dilakukan proses pembentukan kristal yang berlangsung pada kristalizer dengan kondisi operasi suhu 40°C. Kemudian dilanjutkan proses pemurnian dengan cara pemisahan kristal dengan *mother liquor*.

Kebutuhan bahan baku untuk memenuhi target produk yang dihasilkan adalah *pickling liquor* sebanyak 1,023.8659 kg/jam dan asam sulfat sebanyak 58.015,1360 kg/jam. Kebutuhan utilitas dalam tiap tahunnya berupa kebutuhan air proses sebanyak 58.077,7329 kg/jam, untuk air pendingin sebanyak 3.363,3006 kg/jam, penyedia steam sebanyak 7.944,6330 kg/jam, listrik sebanyak 168,0818 kW, dan bahan bakar sebanyak 1.940,862 L/hari. Pendirian suatu pabrik tentunya juga harus mempertimbangkan jumlah pekerja. Pabrik ferosulfat heptahidrat ini akan didirikan dengan karyawan sejumlah 191 orang.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT). Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift* yang berjumlah 191 orang. Pabrik Ferrosulfate Heptahydrate ini beresiko rendah dengan modal tetap sebesar Rp 488.745.736.802,12 dan modal kerja sebesar Rp 361.251.710.952,97. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 479.436.242.577,67 per tahun dan setelah dipotong pajak sebesar Rp 335.605.369.804,37 per tahun. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai *Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 57,26 % dan setelah pajak 40,08%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak adalah 1,49 tahun dan setelah pajak 2,00 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 44,00 % dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 32,32 %. Berdasarkan hasil perhitungan teknis dan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan, maka pabrik Ferrosulfate Heptahydrate dengan kapasitas 25.000 ton per tahun layak untuk didirikan.

Kata kunci: ferrosulfate heptahydrate, asam sulfat, pickling liquor

ABSTRACT

Ferrosulfate Heptahydrate is a product commonly used in the textile industry, pharmaceutical and ink makers. To meet domestic needs and their export opportunities are still open, the plant is designed ferrosulfate heptahydrate with a capacity of 25,000 tons / year of raw materials pickling liquor and sulfuric acid. The factory is planned to stand in Gresik, East Java in 2020. The process of making ferrosulfate heptahydrate reaction performed on Flow stirred tank reactor (RATB) at 85oC operating conditions at a pressure of 1 atm. Endothermic reaction takes place in non-adiabatic. After the manufacturing process and then do the process of crystal formation takes place in kristaliser 40oC operating conditions. Then continue the process of purification by means of separation of crystals with mother liquornya.

Raw material requirements to meet the target of the resulting product is a pickling liquor as much 1,023.8659 kg / h and sulfuric acid as 58.015,1360 kg / hour. Utility requirements in each year in the form of process water needs as much 58.077,7329 kg / h, for cooling water as much as 3.363,3006 kg / hr, steam providers as 7.944,6330 kg / hr 168,0818 kW much electricity, and fuel as much as 1.940,862 L/day. The establishment of the plant would also have to consider the number of workers. Ferrosulfate Heptahydrate factory will be established with a number of employees 191 people.

The shape of the selected company is a Limited Liability Company (PT). Systems based on the division of employees working hours of employees shift and non-shift, amounting to 191 people. Ferrosulfate heptahydrate factory is at low risk with a fixed capital of Rp 488.745.736.802,12 and working capital of Rp 361.251.710.952,97. Profit before tax of Rp 479.436.242.577,67 per year and after taxes amounting to Rp 335.605.369.804,37 per year. From the calculations, the value of the Return On Investment (ROI) before tax after tax 57.26% and 40.08%. Pay Out Time (POT) before tax is 1.49 years and 2.00 years after tax. Break Even Point (BEP) amounted to 44.00% and Shut Down Point (SDP) of 32.32%. Based on the calculation of technical and economic evaluation that done, then the ferrosulfate heptahydrate plant with a capacity of 25,000 tons per year feasible to set up.

Keywords: ferrousulfat heptahydrat, sulfuric acid, picling liquor

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah pendadaran tugas akhir dengan judul **“Prarancangan Pabrik Ferrosulfate Heptahydrate dari Pickling Liquor dan Asam Sulfat dengan Kapasitas 25.000 Ton Per Tahun”**. Tugas Akhir prarancangan pabrik ini merupakan salah satu syarat wajib yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta guna mencapai gelar sarjana S1.

Dalam penulisan Makalah Tugas Akhir ini penulis banyak menerima bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala kemudahan-Nya.
2. Bapak, ibu, adik dan keluarga atas doa restunya dan yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Emi Erawati, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam penyusunan Makalah Tugas Akhir ini.
4. Ibu Kusmiyati Ph.D selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam penyusunan Makalah Tugas Akhir ini.
5. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Bapak dan ibu dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas ilmu dan bimbingannya selama perkuliahan.
7. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2012.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, karenanya kritik dan saran yang membangun sangat

diharapkan untuk perbaikan. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surakarta, Maret 2017

Penulis

MOTTO

- Lebih baik merasakan sulitnya pendidikan sekarang daripada rasa pahitnya kebodohan kelak.
- Jadilah pemenang di setiap kompetisi.
- Pendidikan terkadang melelahkan, tetapi kedua orang tuamu jauh lebih lelah demi kesuksesanmu.
- Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.
- Jadikan solat dan sabar sebagai penolongmu.

PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini dipersembahkan untuk orang-orang terhebat dalam kehidupan saya:

1. Bapak, ibu, adik dan keluarga tercinta terimakasih atas cinta dan kasih sayang, kemudahan, fasilitas, pendidikan, pengorbanan selama ini. Semua ini akan menjadi manfaat dan bekal kehidupanku. Rasa terimakasih, doa, dan baktiku tidak pernah cukup untuk membalas semua ini.
2. Partner dan sahabat terbaikku Yunita Rachmayanti, terimakasih atas kerjasama dan ilmunya dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini sebagai awal kesuksesan kita.
3. Untuk Tunjung Setyawan terimakasih atas dukungan, semangat dan sabarnya sampai tugas akhir ini selesai.
4. Sahabat-sahabat saya “Keluarga Kusuma” (Wulan, Rani, Dita, Duwi, Tunjung) terimakasih untuk persahabatan yang indah ini.
5. Teman-teman Teknik Kimia UMS angkatan 2012, teman-teman kos “Wisma Melati”. Terimakasih.

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ii |
| PERNYATAAN..... | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| MOTTO | viii |
| PERSEMBAHAN..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xvi |
| DAFTAR GAMBAR | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik | 1 |
| 1.2. Penentuan Kapasitas Produksi | 2 |
| 1.3. Penentuan Lokasi Pabrik..... | 4 |
| 1.3.1. Ketersediaan Bahan Baku..... | 5 |
| 1.3.2. Pemasaran Produk | 5 |
| 1.3.3. Tenaga Kerja | 5 |
| 1.3.4. Penyediaan Sarana Utilitas | 5 |
| 1.3.5. Sarana Transportasi | 6 |
| 1.3.6. Kebijakan Pemerintah | 6 |
| 1.4. Tinjauan Pustaka..... | 6 |
| 1.4.1. Macam-Macam Proses | 6 |
| 1.4.2. Kegunaan Produk | 8 |
| 1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia | 9 |
| 1.4.4. Tinjauan Proses | 12 |

| | |
|---|-----------|
| BAB II DESKRIPSI PROSES | 13 |
| 2.1. Spesifikasi Bahan | 13 |
| 2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku | 13 |
| 1. <i>Pickling liquor</i> | 13 |
| 2. Asam sulfat | 13 |
| 2.1.2. Spesifikasi Produk | 13 |
| 1. <i>Ferrosulfate heptahydrate</i> | 13 |
| 2.2. Konsep Proses | 14 |
| 2.2.1. Dasar Reaksi | 14 |
| 2.2.2. Kondisi Operasi | 14 |
| 2.2.3. Tinjauan Termodinamika | 15 |
| 2.2.4. Tinjauan Kinetika | 16 |
| 2.3. Diagram Alir Proses dan Langkah Proses | 17 |
| 2.3.1. Diagram Alir Proses | 17 |
| 2.3.2. Langkah Proses | 17 |
| 2.3.2.1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku | 17 |
| 2.3.2.2. Tahap Reaksi dalam Reaktor | 18 |
| 2.3.2.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk | 18 |
| 2.3.2.4. Tahap Penyimpanan produk | 19 |
| 2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas | 22 |
| 2.4.1. Neraca Massa | 22 |
| 2.4.1.1. Neraca Massa di Mixer | 22 |
| 2.4.1.2. Neraca Massa di Reaktor | 23 |
| 2.4.1.3. Neraca Massa di Evaporator | 24 |
| 2.4.1.4. Neraca Massa di Kristalizer | 25 |
| 2.4.1.5. Neraca Massa di Centrifuge | 25 |
| 2.4.1.6. Neraca Massa di Dryer | 26 |
| 2.4.1.7. Neraca Massa Masuk Overall | 27 |
| 2.4.1.8. Neraca Massa Keluar Overall | 27 |

| | |
|--|----|
| 2.4.2. Neraca Panas | 28 |
| 2.4.2.1. Neraca Panas <i>Mixer</i> | 28 |
| 2.4.2.2. Neraca Panas <i>Heater 1</i> | 28 |
| 2.4.2.3. Neraca Panas <i>Heater 2</i> | 29 |
| 2.4.2.4. Neraca Panas <i>Reaktor</i> | 29 |
| 2.4.2.5. Neraca Panas <i>Heater 4</i> | 30 |
| 2.4.2.6. Neraca Panas <i>Evaporator</i> | 30 |
| 2.4.2.7. Neraca Panas <i>Cooler</i> | 31 |
| 2.4.2.8. Neraca Panas Kristalizer..... | 31 |
| 2.4.2.9. Neraca Panas <i>Heater 3</i> | 32 |
| 2.4.2.10. Neraca Panas <i>Centrifuge</i> | 32 |
| 2.4.2.11. Neraca Panas <i>Heater 5</i> | 33 |
| 2.4.2.12. Neraca Panas <i>Dryer</i> | 33 |
| 2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan | 34 |
| 2.5.1. Tata Letak Pabrik..... | 34 |
| 2.5.2. Tata Letak Peralatan Proses | 35 |
| BAB III SPESIFIKASI ALAT | 40 |
| 3.1. Alat Utama | 40 |
| 3.1.1. Mixer..... | 40 |
| 3.1.2. Reaktor | 41 |
| 3.1.3. Evaporator | 42 |
| 3.1.4. Crystalizer | 43 |
| 3.1.5. Centrifuge | 43 |
| 3.1.6. Rotary Dryer | 44 |
| 3.2. Alat Pendukung..... | 44 |
| 3.2.1. Tangki Penyimpanan <i>Pickling Liquor</i> | 44 |
| 3.2.2. Tangki Penyimpanan Asam Sulfat..... | 45 |
| 3.2.3. Silo | 46 |
| 3.2.4. Heater-01..... | 47 |

| | |
|--|--------|
| 3.2.5. Heater-02..... | 48 |
| 3.2.6. Heater -03..... | 49 |
| 3.2.7. Heater -04..... | 50 |
| 3.2.8. Heater-05..... | 51 |
| 3.2.9. Cooler..... | 53 |
| 3.2.10. Blower..... | 54 |
| 3.2.11. Belt Conveyor | 54 |
| 3.2.12. Screw Conveyor-01 | 55 |
| 3.2.13. Screw Conveyor-02 | 56 |
| 3.2.14. Bucket Elevator..... | 56 |
| 3.2.15. Pompa-01 | 57 |
| 3.2.16. Pompa-02 | 58 |
| 3.2.17. Pompa-03 | 58 |
| 3.2.18. Pompa-04 | 59 |
| 3.2.19. Pompa-05 | 60 |
| 3.2.20. Pompa-06 | 60 |
| 3.2.21. Pompa-07 | 61 |
| 3.2.22. Pompa-08 | 62 |
| 3.2.23. Pompa-09 | 63 |
| 3.2.24. Pompa-10 | 63 |
| 3.2.25. Pompa-11 | 64 |
| BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM | 66 |
| 4.1. Unit Pendukung Proses | 66 |
| 4.1.1. Unit Pengadaan Air..... | 66 |
| 4.1.2. Unit Pengadaan Udara Tekan | 73 |
| 4.1.3. Unit Pengadaan Listrik | 74 |
| 4.1.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar | 77 |
| 4.1.5. Unit Pengolahan Limbah | 77 |

| | |
|---|------------|
| 4.1.6. Spesifikasi Alat-Alat Utilitas | 83 |
| 4.2. Laboratorium..... | 93 |
| 4.2.1. Macam-macam Laboratorium..... | 93 |
| 4.2.2. Kelompok Kerja Laboratorium..... | 94 |
| 4.2.3. Penanganan Sampel | 94 |
| 4.2.4. Prosedur Analisa | 95 |
| 4.2.5. Metode Analisa | 95 |
| 4.2.6. Alat Laboratorium..... | 96 |
| BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN | 97 |
| 5.1. Bentuk Perusahaan | 97 |
| 5.2. Struktur Organisasi | 98 |
| 5.3. Tugas dan Wewenang | 101 |
| 5.3.1. Pemegang Saham | 101 |
| 5.3.2. Dewan Komisaris..... | 101 |
| 5.3.3. Dewan Direksi | 101 |
| 5.3.4. Staff Ahli..... | 102 |
| 5.3.5. Kepala Bagian..... | 103 |
| 5.3.6. Kepala Seksi..... | 105 |
| 5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan | 106 |
| 5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah | 107 |
| 5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji | 108 |
| 5.6.1. Penggolongan Jabatan..... | 108 |
| 5.6.2. Jumlah Karyawan dan Gaji..... | 109 |
| 5.6.3. Kesejahteraan Karyawan | 111 |
| 5.7. Manajemen Produksi | 111 |
| 5.7.1. Perencanaan Produksi | 112 |
| 5.7.2. Pengendalian Produksi..... | 113 |
| BAB VI ANALISIS EKONOMI | 114 |
| 6.1. Perhitungan Biaya | 116 |

| | |
|---|-----|
| 6.1.1. Investasi Modal | 116 |
| 6.1.2. Biaya Produksi | 116 |
| 6.1.3. Pengeluaran Umum (<i>General Expenses</i>) | 117 |
| 6.2. Analisis Kelayakan | 117 |
| 6.2.1. <i>Percent Return On Investment (ROI)</i> | 117 |
| 6.2.2. <i>Pay Out Time (POT)</i> | 118 |
| 6.2.3. <i>Break Even Point (BEP)</i> | 118 |
| 6.2.4. <i>Shut Down Point (SDP)</i> | 118 |
| 6.3. Hasil Perhitungan | 119 |
| 6.3.1. Total Fixed Capital Investment..... | 119 |
| 6.3.2. Working Capital..... | 120 |
| 6.3.3. Manufacturing Cost | 121 |
| 6.4. General Expenses | 122 |
| 6.5. Analisis Ekonomi..... | 122 |
| 6.5.1. <i>Shut Down Point (SDP)</i> | 125 |
| 6.5.2. Discounted Cash Flow | 125 |
| BAB VII PENUTUP | 127 |
| 7.1. Kesimpulan | 127 |
| DAFTAR PUSTAKA | 128 |
| LAMPIRAN | 130 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1.1. Kapasitas Pabrik yang Sudah Didirikan..... | 2 |
| Tabel 1.2. Import Ferrosulfate Heptahydrate di Indonesia | 3 |
| Tabel 1.3. Konsumen Ferrosulfate Heptahydrate di Indonesia..... | 5 |
| Tabel 1.4. Kelemahan dan Kelebihan Pembuatan Ferrosulfate Heptahydrate | 8 |
| Tabel 2.1. Neraca Massa di Sekitar Mixer (M-101) | 22 |
| Tabel 2.2. Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-101) | 23 |
| Tabel 2.3. Neraca Massa di Sekitar Evaporator (V-101) | 24 |
| Tabel 2.4. Neraca Massa di Sekitar Kristalizer (S-101)..... | 25 |
| Tabel 2.5. Neraca Massa di Sekitar Centrifuge (H-101)..... | 25 |
| Tabel 2.6. Neraca Massa di Sekitar Dryer (B-101)..... | 26 |
| Tabel 2.7. Neraca Massa Masuk Overall | 27 |
| Tabel 2.8. Neraca Massa Keluar Overall | 27 |
| Tabel 2.9. Neraca Panas di Sekitar Mixer (M-101) | 28 |
| Tabel 2.10. Neraca Panas di Sekitar Heater-1 (E-111) | 28 |
| Tabel 2.11. Neraca Panas di Sekitar Heater-2 (E-112) | 29 |
| Tabel 2.12. Neraca Panas di Sekitar Reaktor (R-101) | 29 |
| Tabel 2.13. Neraca Panas di Sekitar Heater-4 (E-212) | 30 |
| Tabel 2.14. Neraca Panas di Sekitar Evaporator (V-101)..... | 30 |
| Tabel 2.15. Neraca Panas di Sekitar Cooler (E-211) | 31 |
| Tabel 2.16. Neraca Panas di Sekitar Kristalizer (S-101) | 31 |
| Tabel 2.17. Neraca Panas di Sekitar Heater-3 (E-113) | 32 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 2.18. Neraca Panas di Sekitar Centrifuge (H-101)..... | 32 |
| Tabel 2.19. Neraca Panas di Sekitar Heater-5 (E-115)..... | 33 |
| Tabel 2.20. Neraca Panas di Sekitar Dryer (B-101)..... | 33 |
| Tabel 4.1. Daftar Kebutuhan Listrik untuk Proses..... | 64 |
| Tabel 4.2. Daftar Kebutuhan Listrik untuk Utilitas | 75 |
| Tabel 5.1. Jadwal pembagian kelompok shift..... | 107 |
| Tabel 5.2. Jabatan dan Prasyarat | 108 |
| Tabel 5.3. Jabatan dan Prasyarat (lanjutan) | 108 |
| Tabel 5.4. Penggolongan Gaji Katyawan..... | 110 |
| Tabel 6.1. Cost Index Chemical Plant..... | 115 |
| Tabel 6.2. Total Fixed Capital Investment..... | 119 |
| Tabel 6.3. <i>Working Capital</i> | 120 |
| Tabel 6.4. <i>Manufacturing Cost</i> | 121 |
| Tabel 6.5. <i>General Expenses</i> | 122 |
| Tabel 6.6. <i>Variable Cost</i> | 124 |
| Tabel 6.7. <i>Regulated Cost</i> | 124 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|-----|
| Gambar 1.1. Prediksi Kenaikan Linier Jumlah Import Ferrosulfate Heptahydrate di Indonesia..... | 3 |
| Gambar 1.2. Peta Pabrik Ferrosulfate Heptahydrate..... | 5 |
| Gambar 1.3. Gambar Produk Ferrosulfate Heptahydrate..... | 12 |
| Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif | 20 |
| Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif | 21 |
| Gambar 2.3. <i>Layout</i> Pabrik | 38 |
| Gambar 4.1. Blok Diagram Pengolahan Limbah Pabrik Ferrosulfate Heptahydrate | 81 |
| Gambar 4.2. Diagram Alir Proses Pengolahan Air | 82 |
| Gambar 5.1. Struktur Organisasi..... | 100 |
| Gambar 6.1. Grafik Hubungan Tahun dengan <i>Cost index</i> | 116 |
| Gambar 6.2. Grafik Analisis Kelayakan Ekonomi | 126 |